

Situación Actual de los jagüeyes del Corredor Industrial del Noreste de México

Current Status of the jagüeyes in the Industrial Corridor of North-East México

HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther†* & NAVA-DIGUERO Pedro

Universidad Tecnológica de Altamira

ID 1^{er} Autor: Ma. Elia Esther, Hoz -Zavala / ORC ID: 0000-0002-3005-4769, CVU CONACYT ID: 432943

ID 1^{er} Coautor: Pedro, Nava-Diguero / ORC ID: 0000-0002-4980-227X, CVU CONACYT ID: 170330

Recibido 25 Agosto, 2018; Aceptado 25 Noviembre, 2018

Resumen

El estado de Tamaulipas en México, cuenta con gran cantidad de recursos hídricos naturales, uno de los cuales son los jagüeyes, reservorios que se caracterizan por ser de dimensiones pequeñas, de 1 a 3 hectáreas, siendo su principal recarga el agua proveniente de precipitación pluvial y de manto freático. Se han registrado más de 80 jagüeyes en todo el estado y 20 de ellos dentro del corredor industrial de Altamira, al sur del mismo. En la actualidad, los 20 existentes en Altamira muestran evidentes alteraciones, lo que ha llevado a que estén en estado vulnerable, ejerciendo sobre ellos deterioro por el uso que le da la industria como receptores de agua de oxidación. Para este estudio se muestreó uno de los jagüeyes conocido como Laguna del Conejo, que es el de mayor dimensión en la zona y al que se le midieron varios parámetros fisicoquímicos, centrándose principalmente en DQO que arrojó valores entre 12 a 500 mg.l⁻¹, pH entre 6.8 y 8.4, conductividad entre 1000 y 1650 μ S.cm⁻¹. Los resultados obtenidos de DQO indican que hay una gran variación de la materia orgánica presente, alta conductividad y un pH básico. Este cuerpo de agua se está viendo modificado por las descargas de agua residual industrial, incidiendo también en el manto freático.

Jagüeyes, Reservorios, Tamaulipas

Abstract

Tamaulipas state in México has a large amount of natural water resources, one of which are the jagüeyes, reservoirs that are characterized by being small, from 1 to 3 hectares, with the main resource being water from both pluvial precipitation and the subsurface water table. More than 80 jagüeyes have been registered throughout the state and 20 of them within Altamira's industrial corridor to the south of it. Presently, the 20 existing in Altamira show obvious changes, the likes of which have led to their being in a vulnerable state, exerting over them deterioration due to the use that the industry gives as recipients of oxidation water. For this study we sampled one of the jagüeyes known as Laguna del Conejo, which is the largest in the area and which had measured several physicochemical parameters, focusing mainly on COD that gave values between 12 to 500 mg.l⁻¹, pH between 6.82 and 8.4, conductivity between 1000 and 1650 μ S.cm⁻¹. The results obtained from COD indicate that there is a great variability of the organic matter present, high conductivity and a basic pH. This body of water is being modified by the discharges of industrial wastewater, which is also affecting the subsurface water table.

Jagüeyes, Reservoirs, Tamaulipas

Citación: HOZ-ZAVALA, Ma. Elia Esther & NAVA-DIGUERO Pedro. Situación Actual de los jagüeyes del Corredor Industrial del Noreste de México. Revista de Ingeniería Mecánica. 2018. 2-8: 5-11.

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mhoz@utaltamira.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Conforme la población mundial crece, se van ocasionando grandes presiones sobre los recursos naturales renovables y no renovables, y uno de los recursos que más presión ha tenido es el hídrico, ocasionando una sobreexplotación de reservorios y acuíferos naturales. En Tamaulipas, para el 2010, se extraían, de aguas superficiales, $3,427 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$ que correspondía al 90.2% y de acuíferos $374 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$, que equivalía al 9.8 % (CNA, 2010).

En el 2015, el reporte, para agua de uso consuntivo en Tamaulipas, fue de $4,215.1 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$, correspondiendo a $3754 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$ al agua superficial que equivale al 89.06% y $461 \text{ hm}^3 \cdot \text{año}^{-1}$ de agua subterránea, que es el 10.94%. Se encontró que los sectores que más uso de agua ocupan son el Agrícola, el de Abastecimiento público, el de Industria autoabastecida y finalmente el de Energía eléctrica. Sin considerar el agua de abastecimiento a la población. (CNA, 2015).

En Altamira, al sur de Tamaulipas, se concentran dos de las actividades más importantes del Estado que son el agrícola y el industrial, lo que ha llevado a un rápido crecimiento poblacional del municipio, aledaño al corredor industrial y al puerto de Altamira. Este municipio era considerado hasta 1990 como zona rural, con una población de 82,585 habitantes (INEGI, 1995), dedicada principalmente a la agricultura y donde el desarrollo industrial apenas se estaba consolidando, estableciéndose en aquel entonces, aproximadamente 25 plantas industriales.

En la actualidad Altamira cuenta con 235,066 habitantes (INEGI, 2018), por ello, pasó a ser considerada zona urbana y como refiere Salmerón et al, 2015 el fenómeno de expansión urbana está llevando a que la ciudad se traslade a lugares cercanos a las principales zonas de influencia. Tal es el caso de Altamira, en relación al corredor industrial, lo que ha llevado a una mayor sobreexplotación del agua de las lagunas que surten a la ciudad conocidas como Laguna de la Puerta y Laguna de Champayan, que se conectan con el Río Tamesí; pero que, al usarse también para riego agrícola y para captación de agua cruda para los procesos industriales, llegó a ser insuficiente para surtir la demanda requerida de esos sectores.

Aunado a esto, las demandas de servicios urbanos, generados por el crecimiento de asentamientos urbanos en la localidad, dieron pie a que se empezaran a usar con mayor frecuencia los pequeños reservorios inmersos en el corredor industrial. Todo esto ha llevado a un impacto sobre los cuerpos naturales existentes dentro de la zona de Altamira, conocidos como jagüeyes. En el 2000, Hoz y De La Lanza reportaban veinte de estos tipos de cuerpos de agua y referían que, ya para entonces, se les consideraban impactados por las actividades antropogénicas realizadas.

En la actualidad, dieciocho años después de haberse realizado la primera identificación y establecido la situación de los jagüeyes, se les sigue impactando y alterando, para lograr el desarrollo urbano del municipio de Altamira y el desarrollo y crecimiento industrial. Actualmente, cuenta con más de 80 industrias químicas, petroquímicas, de manufactura y de servicio, aunado al crecimiento portuario. Mismos que, lógicamente, como bien menciona Handal, 2017, están provocando altos índices de contaminación del agua, deterioro de ecosistemas y pérdida de biodiversidad, lo que finalmente lleva a la escasez del preciado líquido. Esto se vuelve un problema, inherente al desarrollo industrial y social, que no se sabe cómo revertir.

Hoy en día, el rápido aumento poblacional de Altamira y la necesidad de crear infraestructura habitacional y servicios como agua, luz y, drenaje están moviendo a la población al corredor industrial, que es el que contiene a los veinte jagüeyes naturales que aún quedan. Sin embargo, la ocupación de los terrenos está ocasionando que o se rellenen los reservorios o se estén usando como fosas de oxidación o sean drenados para construir calles o nuevas industrias o para ampliar las vialidades que llegan al puerto o para construir puentes que agilicen el tráfico vehicular.

De ahí la importancia de establecer la situación real que guardan, en este momento, este tipo de reservorios naturales del noreste de México. Así como realizar análisis fisicoquímicos que nos permitan aportar información sobre las modificaciones que se están dando en ellos, por los impactos generados por la población, industria y el desarrollo portuario que se está dando en el sitio.

Con ello, se hará patente la necesidad de detener su acelerada destrucción, Especialmente, si consideramos que, desde los reportes de Prieto en 1873, estos jagüeyes han dado sustento a los pobladores del noreste de México.

Metodología

El área de estudio se localiza a los 22° 25' 44" de Latitud NTE, y a 97° 52' 59" de Longitud Oeste, a una altitud de 3 pies (un metro), en el denominado Corredor Industrial de Altamira que está a 1.5 km de la ciudad de Altamira (Ver Figura1). Dentro de esta área se encuentran jagüeyes no mayores a tres hectáreas, con excepción de la denominada Laguna del Conejo, que es un jagüey tipificado con más de 14 hectáreas (Fierro et al, 2009). Éste es el que se seleccionó para el estudio, por abarcar una extensión mayor, al interior del Corredor Industrial; y también por ser un cuerpo de agua que recibe el mayor impacto de descargas de agua derivadas de los procesos industriales de diversas industrias aledañas al citado jagüey (Ver figura 2).



Figura 1 Área de Estudio.
Fuente: Google Map 2018

Hoz y De La Lanza en el año 2000, refieren que los jagüeyes reciben su recarga principalmente de la precipitación pluvial y del manto freático. No presentan conexión directa con ríos, lagunas o mar. Muchos de ellos son temporales, por presentarse llenos solamente en época de lluvias y otros perennes, por recibir continua aportación del manto freático del lugar.

En cuanto a la vegetación, la más característica es el Huizache (*Acacia farnesiana*) típica de la zona costera y variedades de cactáceas, principalmente las del género *Opuntia sp.*

En lo referente a la fauna, la más característica es el mapache, el coyote, y diversos tipos de roedores; todos ellos indicadores de deterioro ambiental y en contadas ocasiones, incluso se han reportado, en el corredor industrial, oso hormiguero y gato montés. No obstante, la mayoría de la fauna silvestre se ha ido perdiendo, por todas las actividades de desarrollo humano que se están realizando en la zona.



Figura 2 Foto del Jagüey del Conejo
Fuente: Cesar Hernández 2018

Se seleccionaron dos puntos de muestreo: uno localizado al interior de la Universidad Tecnológica de Altamira, al noreste del corredor industrial, y otro en su lado central, en dirección sureste, a 200 metros de la entrada de la Pequeña y Mediana Industria, y a 800 metros del Centro de Investigación del Tecnológico de Ciudad Madero. La selección se realizó en función de la viabilidad de acceso a los sitios de muestreo. El jagüey está rodeado por asentamientos industriales en los que no es permitida fácilmente la entrada a las empresas, lo que limita establecer más puntos de muestreo.

El muestreo y análisis se realizó de enero a junio de 2018 de forma semanal, tomando como referencia la NMX-AA-014-1980, y se determinaron los parámetros fisicoquímicos de Temperatura, Demanda Química de Oxígeno (DQO), pH, Conductividad, Solidos Sedimentables (SS) y Solidos Disueltos Totales (SDT).

Se realizaron observaciones de protozoarios en microscopio compuesto marca Zeiss, para identificación de indicadores de impacto y de calidad de agua apoyándonos para la identificación en la Guía de identificación de protozoarios de Jahn L. and Jahn F., 1949, y en la microbiología de lodos activados de Moeller y Tomasini. s/a

Las técnicas de análisis se basaron en las Normas Mexicanas. Para Temperatura, la NMX-AA-007-SCFI-2013, para DQO, la NMX-AA-030/1-SCFI-2012 y la NMX-AA-030/2-SCFI-2011; para Conductividad la NMX-AA-093-SCFI-2000; para pH, la NMX-AA-008-SCFI-2016; para determinación de Sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, la NMX-AA-034-SCFI-2015; para Sólidos sedimentables, la NMX-AA-004-SCFI-2013 y el Método Estándar de la EPA (1963) y la American Public Health Association (APHA) (1976,1995). Se tomaron como referencia de concentraciones permisibles los valores establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89. (SEDUE, 1989) y en la NOM-001-ECOL-1996. (DOF, 1997), la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Resultados

Los resultados obtenidos de los análisis realizados durante el período de enero-junio de 2018, se muestran en las Tablas 1.2, y 2.2; A dichos valores se les anexan en las Tablas 1.1 y 2.1 los criterios ecológicos de calidad de agua y el límite máximo permisible para descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales que permitirán establecer un análisis comparativo con lo obtenido en el jagüey para visualizar la situación en que se encuentra en la actualidad.

Parámetro	CE-CCA-001	NOM-001/ECO
Temperatura, °C	Cond nat	40
pH	5-9	7-9
Conductividad, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1	No especifica
Sólidos Sedimentables, $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$	No reduce act fotosintética	1
SDT, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (ppm)	500	No hay dato
DQO, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	No hay dato	No hay dato
Protozoarios indicadores	No se considera	No se considera

Tabla 1.1 Cuadro de resultados de análisis fisicoquímicos esperados en jagüey, lado Noreste al interior de la UTA Altamira (CE-CCA-001 y NOM-001/ECO).

Fuente: Elaboración Propia

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Temperatura, °C	28	30	30	32	32	33
pH	7.3	7.2	7.3	7.3	7.6	7.6
Conductividad, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1098	1000	1100	1476	1545	1610
Sólidos Sedimentables, $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$	<1	<1	<1	<1	<1	<1
SDT, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (ppm)	900	945	1020	1240	1100	780
DQO, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	47	68	195	585	663	722
Protozoarios indicadores	ciliados	ciliados	ciliados	ciliados	ciliados	ciliado

Tabla 1.2 Cuadro de resultados de análisis fisicoquímicos obtenidos en jagüey, lado Noreste al interior de la UTA Altamira (Promedio mensual)

Fuente: Elaboración Propia

Considerando los criterios de calidad del agua se observa que los datos obtenidos de los análisis realizados indican afectación en el cuerpo de agua. A lo largo de los seis meses se obtuvieron resultados muy variables, pero los valores obtenidos de DQO indican la existencia de materia orgánica, la cual puede provenir de descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal. Significa que hay vertimientos no controlados al cuerpo de agua, Este cuerpo de agua no debería presentar recepción de descargas. Sin embargo, en la revisión en campo, se observaron tubos de descargas, cuya procedencia no se pudo determinar, pero que están directamente sobre el cuerpo de agua, al que usan como receptor.

Por otra parte, los datos de conductividad registrados son altos, mayores a $1000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; lo mismo que los SDT, que van de 900 a más de $1000 \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Eso nos indica intrusión salina de la línea de costa aledaña al cuerpo de agua, que incide directamente sobre el manto freático. Además, si tomamos como referencia los datos que usa la CONAGUA para evaluar la salinización de aguas subterráneas, por medio de la concentración de SDT, se considera que la presencia de SDT entre 1000 a 2000 mg/l , indica aguas ligeramente salobres. También estos datos por las concentraciones referidas pueden provenir de vertidos de origen industrial.

Los valores de Sólidos Disueltos Totales obtenidos, también indican que entre mayor sea su concentración, mayor será el incremento de la Dureza, puesto que existe una correlación directa entre SDT y Dureza total, ya que el carbonato de calcio (CaCO_3) es la mayor concentración de los Sólidos Disueltos presentes en el agua.

Cabe mencionar que, de igual modo, la alta Conductividad va referida al incremento de la Dureza y, por ende, a la presencia de SDT. Estos datos ya nos indican modificaciones en las condiciones naturales del cuerpo de agua, pues, acorde a los criterios ecológicos de calidad de agua los valores obtenidos sobrepasan los valores que deben mantenerse en un cuerpo de agua natural.

Parámetro	CE-CCA-001	NOM-001/ECO
Temperatura, °C	Cond nat	40
pH	5-9	7-9
Conductividad, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1	No especifica
Sólidos Sedimentables, $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$	No reduce act fotosintética	1
SDT, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (ppm)	500	No hay dato
DQO, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	No hay dato	No hay dato
Protozoarios indicadores	sp	No aplica

Tabla 2.1 Cuadro de resultados de análisis fisicoquímicos esperados en jagüey, punto central de la laguna. Sureste del Corredor (CE-CCA-001 y NOM-001/ECO)

Fuente: Elaboración Propia

Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Temperatura, °C	28	30	30	32	32	35
pH	6.8	7.3	7.8	8.0	8.3	8.4
Conductividad, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1098	1200	1350	1476	1545	1645
Sólidos Sedimentables, $\text{ml}\cdot\text{l}^{-1}$	<1	<1	<1	<1	<1	<1
SDT, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (ppm)	900	945	1020	1240	1100	780
DQO, $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	12	47	214	395	215	584
Protozoarios indicadores	cilia dos	ciliados				

Tabla 2.2 Cuadro de resultados de análisis fisicoquímicos obtenidos en jagüey, punto central de la laguna. Sureste del Corredor Industrial (Promedio mensual)

Fuente: Elaboración Propia

En las tablas 1.1, 1.2, 2.1 y 2.2 los datos obtenidos muestran gran variabilidad en lo referente a los resultados de DQO. De acuerdo a los criterios de calidad del agua dados por CONAGUA, en el 2016, un indicador que muestra una DQO entre 40 y mayor a 200 es un tipo de agua superficial que se cataloga entre contaminada y fuertemente contaminada. Es el caso del Jagüey en estudio.

Las DQO en las muestras tomadas en la parte Noreste del corredor industrial son más altas, lo que indica una disminución de oxígeno, alta concentración de materia orgánica no biodegradable y posibles descargas industriales al Jagüey. Esta concentración elevada en este punto sugiere influencia de los vientos dominantes del sureste.

Lo que debe preocupar es la presencia en aumento de Materia Orgánica y de Sólidos Disueltos que muestran que se está impactando a este jagüey, promoviendo su deterioro.

Hay, en la zona, aproximadamente, de cinco a ocho industrias grandes y asentamientos humanos, como el Ejido Armenta y la Pedrera, además de las pequeñas industrias y entidades educativas que están aledañas a la Laguna del Conejo y de otras lagunas y Jagüeyes. La zona Este del corredor industrial de Altamira está conformada por un sistema de lagunas que comprende la del Conejo (Ver figura 3), objeto de este estudio, pero también se encuentran ahí la Laguna del Chango (en la parte posterior de la planta industrial Kaltex), el Cañón, el Sauz, San Jaure, El Gringo, La Aguada Grande y la Laguna del Burro, al interior de la Zona de la Pedrera



Figura 3 Foto del Jagüey del Conejo desde la UTAltamira

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se hicieron observaciones al microscopio, del agua muestreada del jagüey, y se observaron diversos tipos de protozoarios (Ver figura 4)

La presencia más relevante de protozoarios encontrados fue de ciliados entre los observados, se encontró a *Chilodonella* sp., que se caracteriza por encontrarse en aguas estancadas o de poco movimiento, como es el caso de la Laguna del Conejo. También se observó a *Colpidium* sp., que es característico de cuerpos de agua con alta concentración de materia orgánica, y a *Paramecium* sp., también característico de aguas con elevada carga de materia orgánica

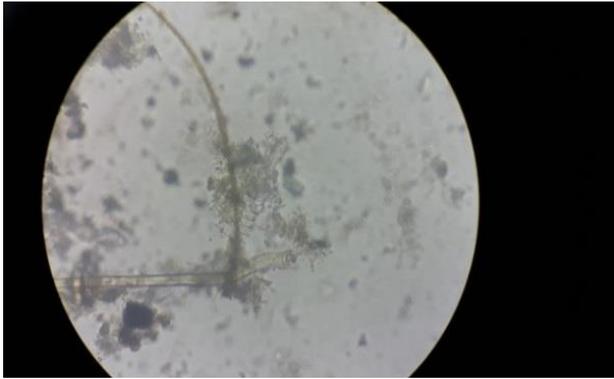


Figura 4 Observación de protozoarios
Fuente: *Elaboración Propia*

Conclusión

Los resultados obtenidos de DQO, SDT, pH, Conductividad y Protozoarios observados muestran que, acorde a los criterios de calidad de agua de cuerpos naturales y a la NOM-001-ECOL-1996, el jagüey conocido como La Laguna del Conejo está siendo seriamente afectado promoviendo su deterioro y posible destrucción en pocos años, de no tomarse las medidas necesarias para impedirlo.

El desarrollo antropogénico acelerado que se está presentando en el corredor industrial de Altamira con la entrada de nuevas plantas industriales y empresas, aunado a los nuevos desarrollos habitacionales, la construcción de nuevas vías de tránsito y de puentes, para mayor flujo vial, algunos de ellos muy cercanos al cuerpo de agua, están acelerando los impactos y promoviendo la contaminación

Asimismo, las descargas clandestinas de posibles aguas industriales y, seguramente, también urbanas incrementan en mucho la contaminación al cuerpo de agua. Ello está provocando la destrucción acelerada de la Laguna y también están impactando al manto freático, principal fuente de abastecimiento para los jagüeyes más pequeños que se encuentran cercanos a éste, que es el de mayor tamaño. De no tomar las medidas para detener el daño. La Laguna del Conejo se convertirá en una enorme laguna de oxidación.

Referencias

American Public Health Association (APHA). (1976) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 14th edn. American Public Health Association, Washington D.C.

American Public Health Association (APHA). (1995) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edn. American Public Health Association, Washington D.C.

Anonymous (1963) Métodos Estándar para el Examen de Aguas y Aguas de Desecho. Undecina Edición. Editorial Interamericana. S.A. México

Comisión Nacional del Agua, (2010). Estadísticas del agua en México. Edición 2010. Editor. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 250 p.

Comisión Nacional del Agua, (2016). Estadísticas del agua en México. Edición 2016. Editor. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Planeación. México. 282 p.

CONAGUA. (2016). Atlas del Agua en México. SEMARNAT y CONAGUA. México. México. Octubre de 2016. 140 pp.

Diario Oficial de la Federación (DOF), (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. DOF. Tomo DXX No. 3. México, D.F. Lunes 6 de enero de 1997. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Pág 68-85.

Fierro-Cabo, A.; F. González-Medrano; C. Zamora-Tovar y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar Miramar, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F

Handal-Silva A., Pérez-Castresana, G., Morán-Perales, J., y García-Suastegui, W. 2017. Historia de la contaminación Hídrica del Alto Balsas. Revista del Desarrollo Urbano y Sustentable 2017. Vol. 3 No. 9 Octubre-Diciembre 2017. 10-23 Ecorfan-Bolivia. ISSN 2414-4932.

Hoz Zavala Elia y Guadalupe De La Lanza Espino, 2000. Limnology and pollution of a small, shallow tropical water-body (jagüey) in North- East Mexico. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 2000 5: 249-260.

INEGI (2018), Cuéntame de México. Información por entidad en: Cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/tam/poblacion/default.aspx?tema. Consultado en marzo de 2018.

INEGI, Tamaulipas. (1997). Censo de Población y Vivienda 1995. Perfil Sociodemográfico. 1997. Población. INEGI, 1997. 8p. En: internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/producto/historicos/2014/702825493202/702825493202_3.pdf. Consultado en Marzo de 2018.

JAHN LOUIS AND JAHN FLOED. (1949)., How To Know The Protozoa. WM. C. Brown company Publishers, Duburque. Iowa. U.S.A. Pictured-Key Nature Series

Moeller G., y Tomasini Ortíz A.C., s/a., Microbiología de lodos activados. En: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloII/5Microbiologiadelodosactivados.pdf>. Consultado en enero de 2018.

NMX-AA-004-SCFI-2013. Análisis de agua-medición de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre de 2013.

NMX-AA-007-SCFI-2013. Análisis de agua-medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de enero de 2014.

NMX-AA-008-SCFI-2016. Análisis de agua-medición del pH en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación

NMX-AA-014-1980. Cuerpos receptores-Muestreo. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de Septiembre de 1980.

NMX-AA-030/1-SCFI-2012. Análisis de agua-medición de la demanda química de oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas.- método de prueba-parte 1-método de refluo abierto. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación.

NMX-AA-030/2-SCFI-2011. Análisis de agua-determinación de la Demanda Química de Oxígeno en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba-parte2-determinación del índice de la Demanda Química de Oxígeno-Método de tubo sellado a pequeña escala. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2013.

NMX-AA-034-SCFI-2015. Análisis de agua-medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-método de prueba. Secretaría de Economía. Publicada en el Diario Oficial de la Federación.

NMX-AA-093-SCFI-2000. Análisis de agua-determinación de la conductividad electrolítica-método de prueba. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. DGN. Publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Salmerón, A., López M., Cortes E., y Mata, E., 2015. Barra vieja y la expansión urbana del municipio de Acapulco de Juárez Gro, 2015. *Revista del Desarrollo Urbano y Sustentable*. Diciembre 2015 Vol 1 No. 1 Octubre-Diciembre 2015. 1-8 ECORFAN-Bolivia. ISSN 24114-4932

SEDUE, 1989. Acuerdo por el que se establecen los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua CE-CCA-001/89. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de diciembre de 1989. Tomo CDXXX, No. 9. México, D.F.